

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号
特開2000-266914
(P2000-266914A)

(43)公開日 平成12年9月29日(2000.9.29)

(51)Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テ-マ-ト*(参考)
G 0 2 B 5/02		G 0 2 B 5/02	D 2 H 0 4 2
	5/18		2 H 0 4 9
G 0 2 F 1/1335		G 0 2 F 1/1335	2 H 0 9 1
G 0 9 F 9/00	3 2 2	G 0 9 F 9/00	3 2 2 Z 5 G 4 3 5
	3 3 1		3 3 1 Z
審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 8 頁)			

(21)出願番号 特願平11-66573

(22)出願日 平成11年3月12日(1999.3.12)

(71)出願人 000003193

凸版印刷株式会社

東京都台東区台東1丁目5番1号

(72)発明者 戸田 敏貴

東京都台東区台東1丁目5番1号 凸版印

刷株式会社内

Fターム(参考) 2H042 AA05 AA26 BA04 BA20

2H049 AA07 AA60 AA63 AA66

2H091 FA19Z FA32Z LA12 LA18

LA20

5G435 AA02 AA03 BB12 BB16 DD13

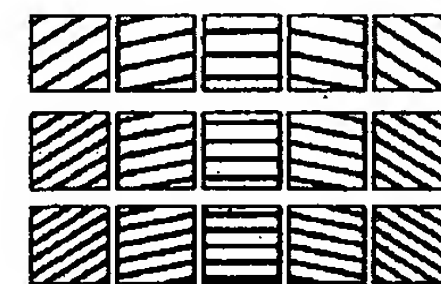
FF03 FF06

(54)【発明の名称】 光拡散体およびそれを用いた表示装置

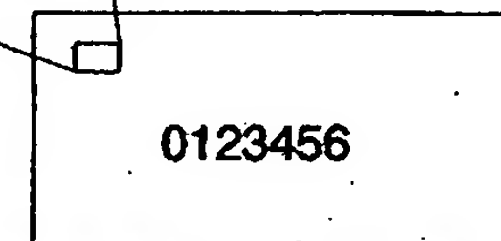
(57)【要約】

【課題】出射光の拡散特性に異方性（方向や範囲の選択性）を持ち、観察者の位置・方向に応じて表示光の色が変化して視覚されることのない光拡散体とそれを用いた表示装置を提供する。

【解決手段】垂直方向の空間周波数成分と水平方向の空間周波数成分が、拡散光を分布させる空間的領域に対応する範囲内にある回折格子により構成される複数種類のセルを基板表面に配置してなる光拡散体を採用する。



本発明の光拡散体の構成要素である回折格子セル群



本発明の光拡散体と透過型表示素子から成る表示体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】入射光を拡げて反射または透過させる機能を持つ光拡散体において、
複数種類の回折格子からなるセルを基板表面に配置して

なり、
前記セルとして、垂直方向の空間周波数成分と水平方向の空間周波数成分が、拡散光を分布させる空間的領域に対応する範囲内にある回折格子からなるセルを用いることを特徴とする光拡散体。

【請求項 2】垂直方向の空間周波数成分、水平方向の空間周波数成分の少なくとも何れかが異なる複数種類の回折格子からなるセルを並べて回折格子セル群とし、
前記回折格子セル群を基板表面に並べて配置してなることを特徴とする請求項 1 記載の光拡散体。

【請求項 3】垂直方向の空間周波数成分が一定であり、水平方向の空間周波数成分がそれぞれ少しずつ異なる複数種類の回折格子からなるセルにより構成される回折格子セル群を用いることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光拡散体。

【請求項 4】水平方向の空間周波数成分が一定であり、垂直方向の空間周波数成分がそれぞれ少しずつ異なる複数種類の回折格子からなるセルにより構成される回折格子セル群を用いることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光拡散体。

【請求項 5】水平方向および垂直方向の空間周波数成分が、それぞれ少しずつ異なる複数種類の回折格子からなるセルの組み合わせにより構成される回折格子セル群を用いることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光拡散体。

【請求項 6】複数種類の回折格子の水平方向・垂直方向の空間周波数成分として、下記式において回折角 β が一定間隔ずつ異なることを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れかに記載の光拡散体。

$$f = (\sin \alpha - \sin \beta) / \lambda$$

ただし、 f は水平方向または垂直方向の空間周波数成分、 λ は考慮する光の波長、 α は当該方向における 0 次回折光（透過光や正反射光）の出射角度、 β は当該方向における 1 次回折光の出射角度。

【請求項 7】複数種類の回折格子の水平方向・垂直方向の空間周波数成分として、下記式における回折角 β の正接が一定間隔ずつ異なることを特徴とする請求項 1 ～ 5 の何れかに記載の光拡散体。

$$f = (\sin \alpha - \sin \beta) / \lambda$$

ただし、 f は水平方向または垂直方向の空間周波数成分、 λ は考慮する光の波長、 α は当該方向における 0 次回折光（透過光や正反射光）の出射角度、 β は当該方向における 1 次回折光の出射角度。

【請求項 8】空間周波数成分の差異として、前記セル自身による回折光の拡がり幅に相当する値以下とすることを特徴とする請求項 3 ～ 7 の何れかに記載の光拡散体。

【請求項 9】空間周波数成分の差異として、前記セル自身による回折光の半値全幅に相当する値以下とすることを特徴とする請求項 3 ～ 7 の何れかに記載の光拡散体。

【請求項 10】前記セルを構成する回折格子がブレード型回折格子であることを特徴とする請求項 1 ～ 9 の何れかに記載の光拡散体。

【請求項 11】前記回折格子セル群の大きさが $300 \mu\text{m}$ 以下であることを特徴とする請求項 2 ～ 10 の何れかに記載の光拡散体。

【請求項 12】請求項 1 ～ 11 の何れかに記載の光拡散体を、

光拡散体が反射機能を持つ場合は、透光性の表示素子の背面（観察者の反対側）に、

光拡散体が透過機能を持つ場合は、透光性の表示素子の前面（観察者側）または背面（観察者の反対側）に、それぞれ配置してなることを特徴とする表示装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明が属する技術分野】本発明は、液晶表示装置・プラズマディスプレイ・CRTディスプレイなどに代表される各種の画像表示装置に適用した場合に、明るさ・コントラスト・視域の拡大などで、画質を向上させる上で好適な光学シート（光拡散体）に関する。上記の液晶表示装置としては、バックライトやエッジライトなどの特殊光源を必要とせず、周辺光（日光や室内照明光など）からの反射光を表示光とするタイプの「反射型液晶表示装置」や、前記の特殊光源を擁するタイプの「透過型液晶表示装置」が含まれる。

【0002】

【従来の技術】上記の光学シートとしては、以下に例示するものが公知である。

【0003】（1）透過型液晶表示装置向け

バックライトやエッジライトなどの照明装置による、液晶パネルの背面側からの照明光を、液晶パネルの全面に均一に照射したり、その方向を制御するために、光拡散シートやプリズムシートなどが用いられている。

【0004】（2）反射型液晶表示装置向け

観察者の視域をある程度の大きさとするために、表示光である反射光を散乱させる必要があり、液晶パネルの前面（観察者側）に光拡散シートが配置される。

【0005】液晶表示装置では、観察の際の視野角を確保する（すなわち、表示装置の前面＝観察者側には明るく表示画像を見せる）ことや、表示画面の全面に渡って均一な明るさで表示画像が見えるようにする目的で、装置の前面に光拡散フィルムを配置することが行なわれている。（以下、同義語である「光拡散」と「光散乱」は、本明細書では混合して用いることとする。）

従来の光拡散フィルムとしては、表面をマット状に加工した樹脂フィルムや、内部に拡散材を包含した樹脂フィルムなどが用いられている。

【0006】マット状に加工した樹脂フィルムや内部に拡散材を含有する光拡散フィルムの場合、入射光の入射角度に依存した散乱性の変化といった機能を持たせることは原理上困難であり、現実的にそのような機能は持ち合わせていない。

【0007】表面をマット状に加工した光拡散フィルムの場合、フィルム表面をサンドブラスター処理のように物理的に加工してマット面を形成したり、あるいは、酸性またはアルカリ性の溶液による溶解処理により化学的にマット面を形成する。従って、光の拡散性を制御することが難しく、また縦と横の拡散性を変えるといったことも出来ないため、光拡散に異方性を持たせることもできない。

【0008】光拡散の異方性とは、拡散方向や拡散範囲の選択性を含む光学特性である。ディスプレイ（画像表示装置）の大画面化に伴って、画面の位置に応じた光学機能の特性変化が要求される場合も生じる。例えば、光拡散の場合、画面の中心では、画面に垂直な軸を中心として対称に拡がる拡散性が必要であり、画面の右（左）端では、左（右）に傾いた軸を中心とする拡散性が、ディスプレイの正面に位置する観察者にとっては望ましい。

【0009】また、内部に拡散材を包含した光拡散フィルムにおいても、拡散性を制御するために、拡散材の屈折率、大きさ、形状などを制御する試みも為されているが、技術的に難易度が高く、実用上十分であるとは言えないのが現状である。

【0010】従って、上記の光拡散フィルムでは、光拡散の入射角度依存性がなく、光拡散の異方性も無いもしくは少ないため、表示装置に使用した際に、不必要な拡散光が生じ、結果として表示の明るさやコントラストの低下或いは表示画像のぼけを招くという問題点がある。

【0011】一方、光散乱に異方性を持つ散乱板を用いた反射型液晶表示装置に係る提案として、特開平8-201802号公報が公知である。上記公報に開示された散乱板は、後方散乱特性がほとんどなく前方散乱特性が強い散乱板であり、液晶表示装置への入射光あるいは液晶表示装置からの出射表示光のどちらか一方を選択的に散乱させる特性を有する。

【0012】上記公報では、散乱板の構成は具体的に説明されておらず、「透明微細粒子を透明な重合性高分子で固めたもの」とだけ記載されている。このような散乱板では、上述した「内部に拡散材を包含した光散乱フィルム」と同様に、散乱特性に異方性（前方か後方か）を持たせられたとしても、縦と横の散乱特性までも制御するのは難しい。

【0013】また、散乱板としてホログラムを用いた透過型液晶表示装置に係る提案として、特開平9-152602号公報が公知である。上記提案は、バックライト

を有する液晶表示装置からの出射表示光を散乱させるものであり、散乱板としてホログラムを採用しているため、散乱特性に異方性を持たせることも容易であり、縦と横の散乱特性も制御することも容易ではあるが、ホログラムであることに起因して、必然的に分光（波長分散）を伴ってしまうため、観察する視点を移動するに応じて、表示光の色が変化して視覚されることになる。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、出射光の拡散特性に異方性（方向や範囲の選択性）を持ち、観察者の位置・方向に応じて表示光の色が変化して視覚されることのない光拡散体とそれを用いた表示装置を提供することを目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】本発明の請求項1は、入射光を拡げて反射または透過させる機能を持つ光拡散体において、複数種類の回折格子からなるセルを基板表面に配置してなり、前記セルとして、垂直方向の空間周波数成分と水平方向の空間周波数成分が、拡散光を分布させる空間的領域に対応する範囲内にある回折格子からなるセルを用いることを特徴とする光拡散体である。

【0016】請求項2の発明は、垂直方向の空間周波数成分、水平方向の空間周波数成分の少なくとも何れかが異なる複数種類の回折格子からなるセルを並べて回折格子セル群とし、前記回折格子セル群を基板表面に並べて配置してなることを特徴とする請求項1記載の光拡散体である。

【0017】請求項3の発明は、垂直方向の空間周波数成分が一定であり、水平方向の空間周波数成分がそれぞれ少しずつ異なる複数種類の回折格子からなるセルにより構成される回折格子セル群を用いることを特徴とする請求項1または2に記載の光拡散体である。

【0018】請求項4の発明は、水平方向の空間周波数成分が一定であり、垂直方向の空間周波数成分がそれぞれ少しずつ異なる複数種類の回折格子からなるセルにより構成される回折格子セル群を用いることを特徴とする請求項1または2に記載の光拡散体である。

【0019】請求項5の発明は、水平方向および垂直方向の空間周波数成分が、それぞれ少しずつ異なる複数種類の回折格子からなるセルの組み合わせにより構成される回折格子セル群を用いることを特徴とする請求項1または2に記載の光拡散体である。

【0020】請求項6の発明は、複数種類の回折格子の水平方向・垂直方向の空間周波数成分として、下記式において回折角 β が一定間隔ずつ異なることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の光拡散体である。

$$f = (\sin \alpha - \sin \beta) / \lambda$$

ただし、 f は水平方向または垂直方向の空間周波数成分、 λ は考慮する光の波長、 α は当該方向における0次回折光（透過光や正反射光）の出射角度、 β は当該方向

における1次回折光の出射角度。

【0021】請求項7の発明は、複数種類の回折格子の水平方向・垂直方向の空間周波数成分として、下記式における回折角 β の正接が一定間隔ずつ異なることを特徴とする請求項1～5の何れかに記載の光拡散体である。

$$f = (\sin \alpha - \sin \beta) / \lambda$$

ただし、 f は水平方向または垂直方向の空間周波数成分、 λ は考慮する光の波長、 α は当該方向における0次回折光（透過光や正反射光）の出射角度、 β は当該方向における1次回折光の出射角度。

【0022】請求項8の発明は、空間周波数成分の差異として、前記セル自身による回折光の拡がり幅に相当する値以下とすることを特徴とする請求項3～7の何れかに記載の光拡散体である。

【0023】請求項9の発明は、空間周波数成分の差異として、前記セル自身による回折光の半値全幅に相当する値以下とすることを特徴とする請求項3～7の何れかに記載の光拡散体である。

【0024】請求項10の発明は、前記セルを構成する回折格子がブレード型回折格子であることを特徴とする請求項1～9の何れかに記載の光拡散体である。

【0025】請求項11の発明は、前記回折格子セル群の大きさが300 μ m以下であることを特徴とする請求項2～10の何れかに記載の光拡散体である。

【0026】請求項12の発明は、請求項1～11の何れかに記載の光拡散体を、光拡散体が反射機能を持つ場合は、透光性の表示素子の背面（観察者の反対側）に、光拡散体が透過機能を持つ場合は、透光性の表示素子の前面（観察者側）または背面（観察者の反対側）に、それぞれ配置してなることを特徴とする表示装置である。

【0027】＜作用＞本発明の光拡散体（およびそれを用いた表示体）に、特定範囲の角度で光を入射すると、回折光（主として1次回折光）が特定領域に広がって出射する。これにより、指向性のある（入射角度および出射角度に対して選択性のある）光拡散（光散乱）を実現でき、表示光としての利用効率が高くなる。

【0028】また、光拡散体を構成する回折格子セル（以下、「回折格子からなるセル」を「回折格子セル」と称する）の大きさや回折格子の種類を適切に設定することにより、出射光の特定領域内における分布（強度および色）を均一にすることもできる。（請求項1）

【0029】このような光拡散体を構成するには、特定領域に光を分布させるために必要な種類の回折格子セルを空間的に並べたものを回折格子セル群とし、回折格子セル群を空間的に並べることによる。回折格子セル群を1つ得たら、前記セル群を繰り返して配置すれば、光拡散体を得られることになり、光拡散体の設計が容易となり、作製工程についても簡便な方法を採用できる。（請求項2）

【0030】また、回折格子の垂直方向の空間周波数成

分が一定であり、回折格子の水平方向の空間周波数成分がそれぞれ少しずつ異なる複数種の回折格子セルから成る回折格子セル群を用いることにより、ある波長の光に関して、垂直方向には一定の高さで、水平方向にのみ空間的に分布した回折光を出射することができる。すなわち、容易に水平方向に伸びた線状の光を出射することが可能である。この場合、白色光を本発明の光拡散体に入射すると、観察者にはある波長の光のみが観察され、更に観察者の視点移動に伴い、水平方向には特定領域で均一に光って見え、垂直方向には虹色の観察色の変化が認識される。（請求項3）

【0031】一方、回折格子の水平方向の空間周波数成分が一定であり、回折格子の垂直方向の空間周波数成分がそれぞれ少しずつ異なる複数種の回折格子セルから成る回折格子セル群を用いることにより、ある波長の光に関して、水平方向には一定の位置で、垂直方向にのみ空間的に分布した回折光を出射することができる。すなわち、容易に垂直方向に伸びた線状の光を出射することが可能である。この場合、白色光を本発明の光拡散体に入射すると、観察者には白色に光って観察され、観察者の視点移動に伴い、水平方向には特定位置でのみ光って見え、垂直方向には広い範囲で光って認識される。（請求項4）

【0032】あるいは、水平方向の空間周波数成分が少しずつ異なり、垂直方向の空間周波数成分が少しずつ異なる、それぞれの組み合わせの回折格子のセルから成る回折格子セル群を用いることにより、ある波長の光に関して、水平方向・垂直方向にそれぞれ空間的に分布した回折光を出射することができる。すなわち、容易に水平・垂直共に分布した光を出射することが可能である。この場合、白色光を本発明の光拡散体に入射すると、観察者には白色に光って観察され、観察者の視点移動に伴い、水平方向・垂直方向共にそれぞれ特定範囲で光って認識される。（請求項5）

【0033】ここで、複数種類の回折格子の水平方向・垂直方向の空間周波数成分として、下記式において回折角 β が一定間隔ずつ異なるようにすることにより、本発明の光拡散体を観察者が手に持ち、当該方向に回転させる（傾ける）ような場合に、当該方向における特定領域（特定の回転角度範囲に相当）において等しい光強度で光って観察される。（請求項6）

$$f = (\sin \alpha - \sin \beta) / \lambda$$

ただし、 f は水平方向または垂直方向の空間周波数成分、 λ は考慮する光の波長、 α は当該方向における0次回折光（透過光や正反射光）の出射角度、 β は当該方向における1次回折光の出射角度。

【0034】さらに、複数種類の回折格子の水平方向・垂直方向の空間周波数成分として、上記式における回折角 β の正接が一定間隔ずつ異なるようにすることにより、本発明の光拡散体に対して観察者が視点を直線的に

移動（本発明の光拡散体の法線に垂直な面内で）するような場合に、当該移動方向における特定領域において等しい光強度で光って観察される。（請求項7）

【0035】加えて、回折格子の空間周波数成分の差異として、セル自身による回折光の拡がり幅に相当する値以下とすることにより、回折格子セルを構成する回折格子による回折光の分布の間を、セル自身の回折光の拡がり埋めることにより、回折格子セル群からは特定領域内でほぼ均一な光の分布（強度および色）が得られる。この場合、比較的広い領域を特定領域とする場合でも、回折格子セル群を構成する回折格子セルの種類が少なくてもよい。（請求項8）

【0036】あるいは、空間周波数成分の差異として、セル自身による回折光の半値全幅に相当する値以下とすることにより、回折格子セルを構成する回折格子による回折光の分布の間を、セル自身の回折光の拡がり重なり合って埋めることにより、回折格子セル群からは特定領域内で非常に均一な光の分布（強度および色）が得られる。（請求項9）

【0037】また、回折格子セルを構成する回折格子がブレード回折格子とすることにより、入射光から回折光へと変換される割合を100%に近くすることも可能であり、光の利用効率を高くできる。（請求項10）

【0038】また、回折格子セル群の大きさが300 μ m以下とすることにより、回折格子セル群の構造を目立たなくすることができ、本発明の光拡散体全体を均一な面として観察することができる。（請求項11）

【0039】本発明の光拡散体を、光拡散体が反射機能を持つ場合は透光性の表示素子の背面（観察者の反対側）に、光拡散体が透過機能を持つ場合は透光性の表示素子の前面（観察者側）に、それぞれ配置してなる表示装置は、表示光が上述の光拡散機能を奏することになるため、視域として設定した範囲（方向）から明るく均一に光って見える。（請求項12）

【0040】

【発明の実施の形態】図1は、矩形の板状にした本発明の光拡散体を、透明な表示素子の背面に配置した構成の表示装置（反射型液晶表示装置）の一例を示す説明図である。同図での光拡散体は、複数種の回折格子セルから成る回折格子セル群を並べて構成される。

【0041】図1の回折格子セル群においては、垂直方向に同じ空間周波数成分を持った回折格子セルが水平方向に並び、水平方向に同じ空間周波数成分を持った回折格子セルが垂直方向に並んでいる。すなわち、回折格子セルが並ぶそれぞれの行（水平方向）では、垂直方向での空間周波数成分が等しく、それぞれの列（垂直方向）では、水平方向での空間周波数成分が等しいのである。

【0042】図1に示す光拡散体においては、直線状の回折格子だけで回折格子セルを構成しても、光拡散体か

ら出射する光の強度分布を特定の空間的な領域内で均一にすることができるため、簡便に光拡散体を作製することができる。

【0043】図2は、図1に示す回折格子セル群の中のいくつかの回折格子セルを拡大して示す説明図である。図2では、それぞれの回折格子セルにおける回折格子のピッチ（空間周波数の逆数）をDで示し、垂直方向の回折格子のピッチ（垂直方向の空間周波数成分の逆数）を d_y で示す。

【0044】図2の上段（a）（b）（c）、下段（d）（e）（f）は、それぞれの段においては垂直方向の格子ピッチ d_y が共通し、段毎に垂直方向の格子ピッチ d_y が変化していることを示している。（それぞれの d_y に、上段に1、下段に2の添字を付けている）

【0045】また、同図では、段毎に横方向に並んだ回折格子セルはそれぞれDが変化しているが、回折格子の水平方向の格子ピッチ（水平方向の空間周波数成分の逆数）を d_x とすると、 $D = (d_x^2 + d_y^2)^{1/2}$ であるので、1つの段においては水平方向の空間周波数成分のみが変化していることになる。

【0046】ここで、回折格子による1次回折光のある方向における出射方向は、主として当該方向における回折格子の空間周波数成分に依存する。

$$d = \lambda / (\sin \alpha - \sin \beta)$$

ただし、dは水平方向または垂直方向の格子ピッチ、 λ は考慮する光の波長、 α は当該方向における0次回折光（透過光や正反射光）の出射角度、 β は当該方向における1次回折光の出射角度である。

【0047】この式は、水平方向、垂直方向のどちらにも適用できる。（任意の1軸に着目した際の回折光の出射角度などを調べることができる）

【0048】図3は、本発明の光拡散体が「拡散反射体」を構成する場合について（換言すれば、回折格子セルが反射型の回折格子である場合）の回折光の出射方向を示す説明図である。

【0049】このような光拡散体においては、ある波長の光が入射した際に、垂直方向には、回折格子セルの垂直方向の空間周波数成分の範囲に依存する空間的領域に回折格子セルからの1次回折光が分布し、水平方向には回折格子セルの水平方向の空間周波数成分の範囲に依存する空間的領域に、回折格子セルからの1次回折光が分布する。従って、回折格子セルの空間周波数成分の範囲を適切に設定することにより、空間的に任意の領域に1次回折光を分布させることができる。

【0050】このとき、それぞれの回折格子セルの水平方向／垂直方向の空間周波数成分の差異に適切な値を設定しておくことにより、空間的な回折光分布を均一にすることが可能である。

【0051】特に、回折格子セルの大きさにより、セル自身による回折（セルを開口と見なすことに相当する回

折)が起こるため、図1、図2のような直線状の回折格子セルであっても、1つの回折格子セルからの1次回折光はある程度の空間的広がりを持って出射される。

【0052】これにより、回折格子セル群（および、光拡散体）からの回折光分布は非常に均一にすることが可能となる。これは、回折格子セルの大きさが数〜数十 μ m角のときに最も効果的に機能する。

【0053】なお、セル自身による回折による光の振幅分布については、多くの場合、セルの形が矩形であるときはsinc関数、セルの形が円形であるときは第1種第1次のベッセル関数で近似できることがよく知られている。

【0054】通常の照明環境下では、これらのセル自身による回折による光の広がりに対して半値全幅を広がり幅として設定することで、本発明の拡散体から十分均一な光の分布（強度および色）が得られる。図4は、上記のことを示す説明図である。

【0055】すなわち、領域Aを均一に光を分布させたい空間領域としたとき、例えば2つの回折格子セル

(a)と(b)が半値全幅を基準に重なり合い、結果として、2つの回折格子セルからの総合的な回折光分布は領域A内を均一に広がったものとなる。同様にして、回折格子セル群からの回折光の分布を任意の領域で均一に広がったものとすることが可能である。なお、一般的な光源は、ある程度の大きさを持つので、実際には更に均一な分布が得られる。

【0056】一方、光源が大きい、あるいは光源の数が多い場合、図5のように、これらのセル自身による回折による光の広がりに対して理論的に最初に強度が0になる位置を広がり幅として設定しても、十分な均一さが得られる。これらは、上記式から容易に類推されるように、光の入射角度幅が1つの回折格子セルからの回折光分布の広がりとは密接に関係していることによる。

【0057】また、回折格子セルを構成する回折格子をブレード回折格子（回折格子の断面形状が鋸波状）とすることにより、入射光に対する1次回折光の割合を100%に近くすることが可能であり、入射光の利用効率を高くできる。

【0058】さらに、白色光を入射する場合、回折格子セルの空間周波数成分が適切に設定されていれば、波長に依らず、本発明の拡散体からの1次回折光がほぼ同じ空間的な領域に分布するので、本発明の拡散体は良好な白色として観察される。

【0059】特に、1つの視点位置に対して4つ以上の空間周波数成分が対応するようにすると、4つ以上の波長のピークが同時に観察され、視点位置の変化に対して非常に安定した白色を呈することが可能である。

【0060】以上のように、回折格子セル群から特定の空間的領域に光がほぼ均一に分布しているとき、観察者がこの特定領域内に視点を置いて、本発明の光拡散体を

観察すると、回折格子セル群がそれぞれ光って見えることになる。従って、回折格子セル群が観察者の眼の分解能以下の配置間隔で並べられていれば、観察者は個々の回折格子セル群を認識できず、本発明の光拡散体全体が均一に光って見えることになる。

【0061】このとき、観察者が特定領域内を視点移動した場合でも、光拡散体全体が均一に光ったまま認識される。具体的には、視力1.0の観察者が1.0mほど離れて観察する場合、回折格子セル群の配置間隔は300 μ m程度、同じ観察者が0.3mほど離れて観察する場合、回折格子セル群の配置間隔は100 μ m程度で観察者には回折格子セル群の配置構造が認識できず、本発明の光拡散体全体が均一に光って見える。

【0062】以上は、回折格子セルからの1次回折光に関して説明したが、2次以上の回折光でも同様の効果が得られる。さらに、2次以上の回折光が十分な回折効率で出射するような場合（例えば、回折格子が矩形形状の断面形状を持つ場合など）、ある方向の回折格子セルの空間周波数成分を、空間周波数成分の最も高い回折格子からの1次回折光と空間周波数成分の最も低い回折格子からの2次回折光が連続的に分布するように設定すると、1次回折光による空間的な分布領域と2次回折光による空間的な分布領域が連続的になり、空間的な分布領域を広くすることも可能である。

【0063】なお、2次以上の回折に関しては、下記式で出射角度を計算することができる。

$$f = (\sin \alpha - \sin \beta) / m \lambda$$

ただし、mは当回折次数である。

【0064】また、本発明の光拡散体としては、表面レリーフ型に代表される「位相型」の回折格子か、濃度表現による「振幅型」の回折格子などのどのような種類の回折格子を用いても良い。ただし、回折効率（光の利用効率）の面などから、ブレード回折格子などを用いるのが好ましい。なお、一般的にブレード回折格子は特定波長について最適化したものであるが、緑色〜黄色に相当する波長で最適化して設計していれば、可視波長範囲に亘って十分な回折効率を得られる。

【0065】濃度表現による「振幅型」の回折格子として、体積型のものが代表されるが、回折格子自体が感光材料であるため、コストが高く、耐久性にも問題を有する。また、表面レリーフ型に代表される「位相型」の回折格子として、ブレード回折格子の場合には、回折効率が100%に近く、充分な光学機能および耐久性の双方が満足されるとともに、光拡散体が極めて低コストで提供される。

【0066】

【発明の効果】以上述べたように、本発明によって、光の拡散領域（出射方向・範囲）を限定すると共に、その領域内に高効率に光を出射することができ、また、その領域内で均一にすることが可能であり、観察時にはその

領域内から観察すると、明るく全体が均一に光って認識されるようにすることが可能である。また、観察者が視点を移動しても、その領域内に視点がある限り、安定して光って観察できる。加えて十分な白色として観察者に認識させることも可能である。このように、出射光の拡散特性に異方性（方向や範囲の選択性）を持ち、観察者の位置・方向に応じて表示光の色が変化して視覚されることのない光拡散体とそれを用いた表示装置が提供されることになる。

【0067】

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の光拡散体を、透明な表示素子の背面に

配置した構成の表示装置（反射型液晶表示装置）の一例を示す説明図。

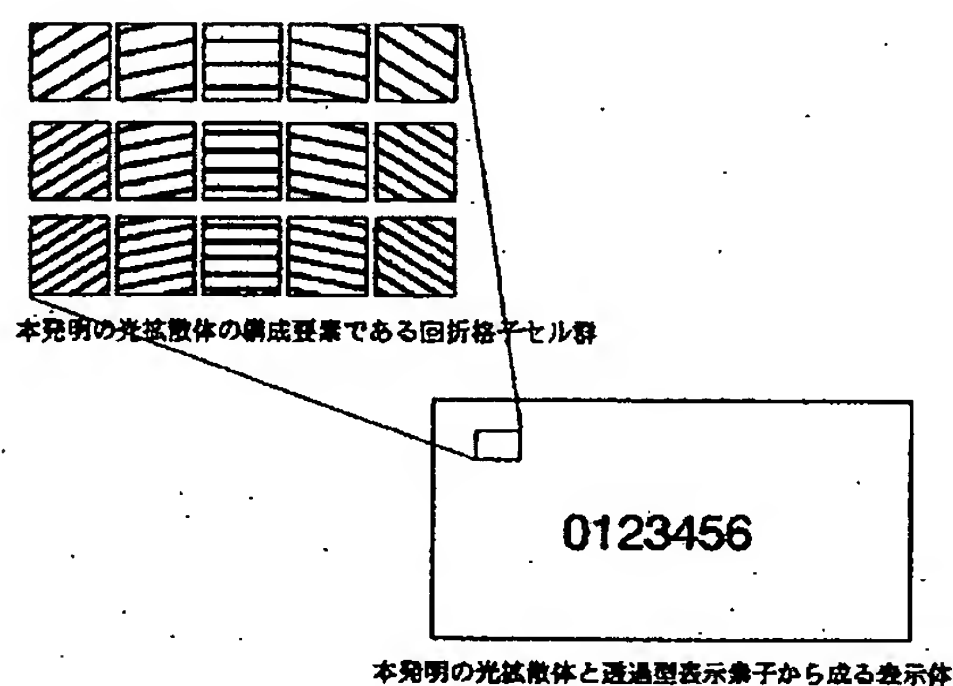
【図2】 図1に示す回折格子セル群の中のいくつかの回折格子セルを拡大して示す説明図。

【図3】 本発明の光拡散体が「拡散反射体」を構成する場合についての回折光の出射方向を示す説明図。

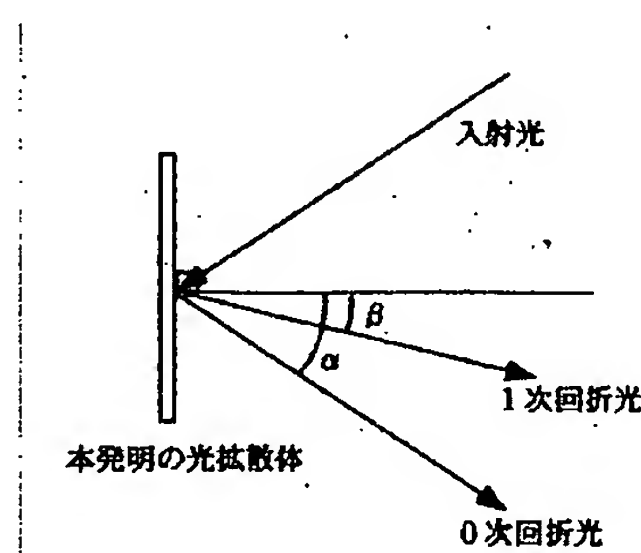
【図4】 2つの回折格子セルからの回折光分布の和により、本発明の光拡散体から十分均一な光の分布（強度および色）が得られることを示す説明図。

【図5】 光源が大きい（あるいは光源の数が多い）場合の回折光分布の和を示す説明図。

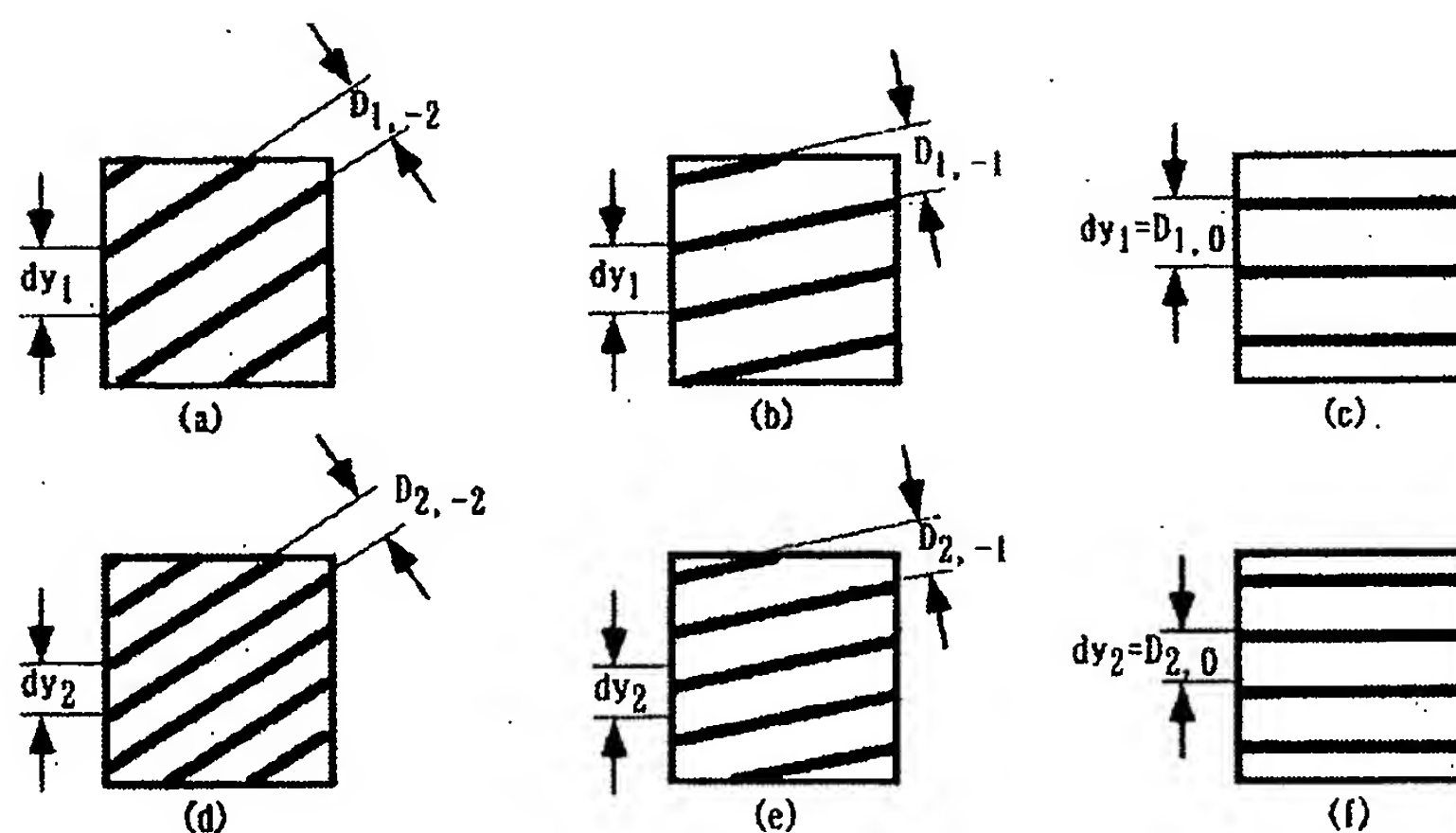
【図1】



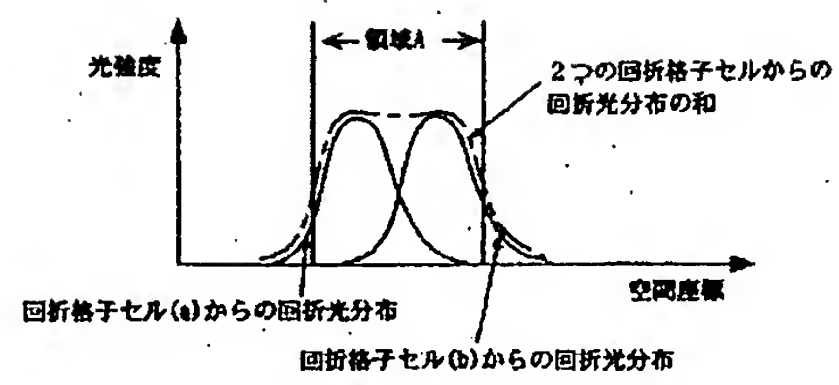
【図3】



【図2】



【図 4】



【図 5】

